

氏名	庄 子 揚
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第3401号
学位授与年月日	平成10年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当者
学 位 論 文 名	酸化アルミニウム系材料の超硬質化とその加工用工具への応用に関する研究
論文審査委員	主 査 教 授 南 齋 征 夫    副主査 教 授 福 田 武 人 副主査 教 授 東 恒 雄    副主査 助教授 上 神 謙 次 郎

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、切削・研削加工用工具材料の一種である酸化アルミニウム ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) に酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) を添加することにより見出した  $\text{Al}_2\text{O}_3$  の超硬質化現象と、この現象を応用した  $\text{Al}_2\text{O}_3$  を主成分とする各種切削・研削工具の超硬質化の研究についてまとめたものである。

第一章では、本研究の背景と目的について述べ、あわせて本論文の概要を示した。

第二章では、純度の高い  $\text{Al}_2\text{O}_3$  セラミック材料中に各種酸化物を加熱により拡散添加した際の硬質化について述べ、各種酸化物の中で  $\text{TiO}_2$  が最も効果的であり、最大で1.5倍（微小ビッカース硬さ）の硬質化が可能であること、およびその際の  $\text{TiO}_2$  添加濃度は約0.8wt%であることを明らかにした。

第三章では、単結晶  $\text{Al}_2\text{O}_3$ （ホワイトサファイア）を対象とした場合について述べ、同材料は約0.4wt%の  $\text{TiO}_2$  の添加により1.8倍にまで硬質化することを示した。続いて、ホワイトサファイアの三つの代表結晶面をすくい面とする切削工具を製作し、それらを用いて機械構造用炭素鋼S55Cの切削実験を行い、切削性能はすくい面が {0001} 面の工具において最も優れていることを明らかにした。さらに、この工具に  $\text{TiO}_2$  添加処理を施すことにより、工具摩耗はほぼ半分に低減することを見出し、添加処理を加えた同工具は、鉄鋼系材料の超精密切削工具として利用できることを明らかにした。

第四章では、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  を主成分とするホワイトコランダム (WA) 砥粒の硬質化について述べた。WA砥粒は  $\text{TiO}_2$  添加処理により1.8倍に硬質化するとともに、圧縮破砕強度も1.6倍に増大した。単粒を回転する軸受鋼に押し付けて単粒摩耗実験を行った結果、無処理の場合に比べ砥粒摩耗が約40%に低減することを示した。さらに、この  $\text{TiO}_2$  添加WA砥粒をビトリファイド砥石に焼成して研削試験を行い、無処理材砥石よりも研削比がおおよそ2倍に増大することを示し、 $\text{TiO}_2$  添加WA砥粒が優れた研削性能を有することを明らかにした。

第五章では、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  セラミック切削工具を対象とした場合について述べ、0.55wt%の  $\text{TiO}_2$  を添加すると1.5倍に硬質化することを示した。この工具を用いて機械構造用炭素鋼S55Cを切削し、工具寿命試験を行った結果、無処理の場合に比べ2.5倍の寿命延長を認めた。

第六章では、以上の各章において得られた結論を総括してまとめた。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文の著者は、研削・研削加工用材料の一種である酸化アルミニウム ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) に各種酸化物を拡散させた際に  $\text{Al}_2\text{O}_3$  が硬質化することを見出し、この硬質化の量的程度ならびに切削・研削工具への応用について以下の知見を得ている。

まず、13種類の酸化物を個々に添加する実験を行った結果、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  を硬質化させる酸化物として酸化チ

タン ( $\text{TiO}_2$ ) が最も効果的であることを示している。その上で、純度の高い  $\text{Al}_2\text{O}_3$  セラミック材料に約 0.8wt% の  $\text{TiO}_2$  を添加した場合にはビッカース硬さにおいて 1.5 倍の硬質化が可能であること、および単結晶  $\text{Al}_2\text{O}_3$  では約 0.4wt% の添加により同じく 1.8 倍にまで硬質化することを示し、 $\text{TiO}_2$  添加により超硬質化の状態が得られることを明らかにしている。

続いて、この超硬質化現象を  $\text{Al}_2\text{O}_3$  切削工具に応用し、単結晶  $\text{Al}_2\text{O}_3$  を鋼の超精密切削の工具とした場合には、 $\text{TiO}_2$  添加により工具摩耗が半減することを見出すとともに、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  セラミック切削工具では  $\text{TiO}_2$  添加により鋼切削の場合の工具寿命が 2.5 倍にまで増加することを示している。

さらに、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  を主成分とする砥粒の硬質化についても検討を行い、 $\text{TiO}_2$  添加によりビッカース硬さは 1.8 倍に上昇し、圧縮破砕強度も 1.6 倍に増大することを見出すとともに、この  $\text{TiO}_2$  添加砥粒を焼成した砥石では、無処理材砥石に比べ鋼における研削比がおおよそ 2 倍にまで上昇することを明らかにしている。

これらの数々の成果は、切削・研削加工用材料の性能の向上と鉄鋼系材料の切削・研削技術の進展に大きく寄与するものである。

よって本論文の著者は、博士（工学）の学位を受ける資格を有するものと認める。